

METHOD AND DEVICE FOR MAGNIFICATION CORRECTION

Publication number: JP11016807

Publication date: 1999-01-22

Inventor: FUKUDA MAKOTO; SUZUKI MASANORI; TSUYUSAKI HARUO

Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

Classification:

- international: **G03F7/207; G03F7/20; H01L21/027; G03F7/207; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/027; G03F7/207**

- European: **G03F7/20T26**

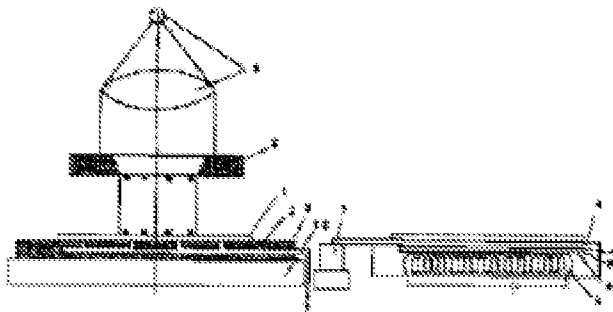
Application number: JP19970164188 19970620

Priority number(s): JP19970164188 19970620

[Report a data error here](#)

Abstract of **JP11016807**

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve superposition precision, by correcting magnification error with a mask pattern which is an original picture and a pattern on a wafer. **SOLUTION:** A chuck mechanism 2 is formed of a material of such linear expansion coefficient different from a wafer 1. The wafer 1 and the chuck mechanism 2 are heated for expansion. As an example, if a pattern is magnified with such larger chuck mechanism 2 than the wafer 1 in linear expansion coefficient, the temperature of the wafer 1 and the chuck mechanism 2 are set higher than an exposure temperature. After the wafer 1 is chucked with the chuck mechanism at a specified temperature, the temperature of the wafer 1 and the chuck mechanism 2 is allowed to fall to the exposure temperature. As a result, thermal stress is developed at the wafer 1 and the chuck mechanism 2, and the wafer 1 is compressed while the chuck mechanism 2 is stretched. With the wafer 1 compressed, an original pattern is exposed for transfer. Then, when the chuck state of the wafer 1 is released, the compressed wafer 1 restores to its original state, and the transferred pattern is enlarged in size from the original pattern.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-16807

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

S 1 6 A

G 0 3 F 7/207

G 0 3 F 7/207

H

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-164188

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月20日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 福田 真

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 鈴木 雅則

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 露崎 晴夫

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

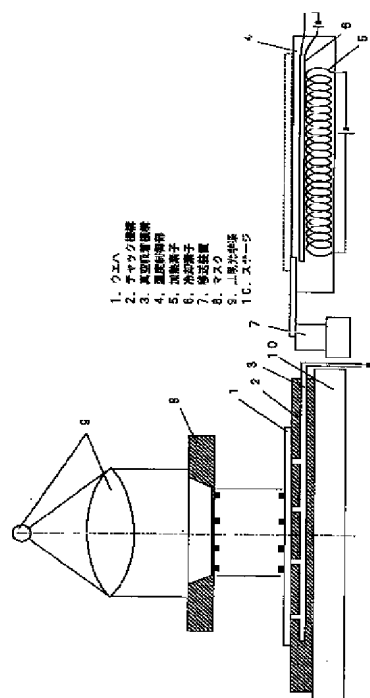
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 倍率補正装置および倍率補正方法

(57) 【要約】

【課題】 原画であるマスクパタンとウエハ上のパタンとで、倍率誤差を補正し、重ね合せ精度を向上させる。

【解決手段】 チャック機構2をウエハ1と異なる線膨張係数の材料で形成する。ウエハ1とチャック機構2を加熱し膨張させる。一例として、線膨張係数がウエハ1の線膨張係数より大きいチャック機構2を用いてパタンを拡大する場合、ウエハ1とチャック機構2の温度を露光温度よりも高く設定する。所定の温度となった時点でウエハ1をチャック機構2でチャックした後、ウエハ1とチャック機構2の温度を露光温度まで下降させる。すると、ウエハ1とチャック機構2には熱応力が生じ、ウエハ1は圧縮され、チャック機構2は引張られる。ウエハ1が圧縮された状態で、原パタンを露光し転写する。その後、ウエハ1のチャック状態を解除すると、圧縮していたウエハ1は元に戻り、転写されたパタンは原パタンよりも寸法が拡大される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を保持し固定するためのチャック機構と、このチャック機構および前記基板の温度を制御して両者あるいは片方を膨張収縮させる温度制御機構とを備え、前記チャック機構を前記基板と線膨張係数が異なる材料で形成したことを特徴とする倍率補正装置。

【請求項2】 請求項1記載の倍率補正装置において、チャック機構の材料に、基板の線膨張係数より線膨張係数が大きい材料を使用したことを特徴とする倍率補正装置。

【請求項3】 請求項1記載の倍率補正装置において、チャック機構の材料に、基板の線膨張係数より線膨張係数が小さな材料を使用したことを特徴とする倍率補正装置。

【請求項4】 請求項1記載の倍率補正装置において、チャック機構が、真空圧を用いた真空チャック機構であることを特徴とする倍率補正装置。

【請求項5】 請求項1記載の倍率補正装置において、チャック機構が、静電力を用いた静電チャック機構であることを特徴とする倍率補正装置。

【請求項6】 請求項1記載の倍率補正装置において、温度制御機構が、加熱素子と冷却素子を埋め込んだ温度制御機構であることを特徴とする倍率補正装置。

【請求項7】 請求項1記載の倍率補正装置において、温度制御機構が、加熱ランプと冷却ファンを用いた温度制御機構であることを特徴とする倍率補正装置。

【請求項8】 請求項6記載の倍率補正装置において、加熱素子および冷却素子を四角形の露光チップの対角方向と各辺の直角方向に配置し、対角方向と直角方向で温度勾配をもたせる温度制御機構を用いたことを特徴とする倍率補正装置。

【請求項9】 請求項1記載の倍率補正装置を用いた倍率補正方法において、基板とチャック機構を加熱または冷却して温度制御した後、チャック機構で基板を保持し、その後基板とチャック機構の温度を所定の温度にして熱応力を発生させることにより基板の寸法を制御することを特徴とする倍率補正方法。

【請求項10】 請求項1記載の倍率補正装置を用いた倍率補正方法において、基板を加熱または冷却して温度制御した後チャック機構に搭載し、基板から伝達した熱によりチャック機構の寸法が拡大または縮小した時点で基板をそのチャック機構で保持し、その後基板とチャック機構の温度を所定の温度にして熱応力を発生させることにより基板の寸法を制御することを特徴とする倍率補正方法。

【請求項11】 請求項9または10記載の倍率補正方法において、倍率補正を転写装置外で予め行った後、基板をチャック機構ごと転写装置に装填することを特徴とする倍率補正

方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子形成時に原パターンをウエハ上に転写形成する露光装置に用いられる倍率補正装置および倍率補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子は、紫外線あるいは波長の短いエキシマレーザを用いて原画であるマスクパターンを縮小転写して形成する。また、最近では、さらに波長の短いX線を用いた1対1の近接露光がなされ、0.2 μ m以下の微細なパターンが形成されている。パターンの微細化とともに、露光すべきウエハ上に予め形成された下地パターンとマスクパターンとの位置を正確に合わせる必要がある。この下地パターンとマスクパターンとの位置合わせは、両者に位置検出用に書かれたマークを検出し、ウエハとマスクの位置をアライメントすることにより行う。実際の露光ではアライメントが正確であっても、この下地パターンとマスクパターンとの間に何らかの要因により重ね合せ誤差が生じてしまう。こうした重ね合せ誤差を生じる主な原因として、次の2点が上げられる。(1)半導体処理プロセスを経てきたウエハが伸縮し、ウエハ上のチップサイズが異なる。(2)転写時の光学系の歪みにより倍率が異なる。

【0003】本発明は、こうしたパターン転写時のパターン位置ずれを極力小さくすることを狙いとしたもので、半導体露光装置の重ね合せ向上のための手法に関わる。

【0004】一般に、露光装置で倍率を補正する方法として、縮小投影露光では、投影レンズの倍率を変化させ、投影されるパターンの寸法を制御する方法が取られている。この実現方法には、投影レンズのレンズ距離を変える場合と投影レンズ機構の内部圧力を変えるなどが採られている。

【0005】また、1対1の転写を行うX線露光装置では、次の4種類の方法が提案されている。

- (a) X線マスクパターンの製造工程で補正する方法
- (b) 照射X線に広がりがあるためマスク、ウエハ間ギャップの変化により生じる転写パターンの位置シフトを利用する方法
- (c) 露光時のX線マスクに引張りまたは圧縮力を加えて撓みを発生させ、寸法を補正する方法
- (d) マスクとウエハの温度を制御して寸法補正を行う方法(特願平7-217272号)

【0006】

【発明が解決しようとする課題】縮小投影露光で、レンズ系の倍率を変えることは、同時に焦点距離をすることになり、微細パターンを形成する上で焦点距離がますます厳しくなっている現在の露光トレンドからは、ますます難しい方法となっている。

【0007】一方、等倍露光方法では、上記方法(a)

～(d)のそれぞれに次のような問題点がある。

(a)による方法は、マスクを倍率が異なるたびに作りなおすことになり、経済的に不利である。

(b)による方法は、マスクとウエハの近接ギャップを正確に合わせる必要があり、ギャップ形成のために複雑な機構が必要となる。また、最近では、シンクロトロン放射光を光源としたX線露光が行われ、照射X線の広がり小さく、ギャップ制御によりパタン位置を制御させることは難しい。

(c)による方法は、原パタンであるマスクに外力を加えることにより、マスクに面内歪みを発生せしめ、パタンの位置を補正する方法が提案されている(SPIE Vol.2437/p140～p150)。

【0008】これを図4を用いて説明すると、11はマスク、12はマスクフレーム、13、14、15、16はマスク11を歪ませるため、マスクフレーム12に与える強制力である。この強制力は、実験上は4本のねじにより与えている。このような方法により、マスク11を強制的に撓ませ、パタンの原画であるマスクパタンを歪ませることにより、寸法制御をする方法である。計算によれば、10ppm程度の倍率補正が可能であるとしている。

【0009】しかし、このような倍率補正機構をマスク保持機構に実装するには、保持機構の強度が必要になり、また、力を加えるための複雑な機構が必要となる。さらに、マスクの持つ内部応力はマスク毎に異なるため、異なるマスク間で正確な倍率補正をするには、マスク毎に加える力を変えることになり、正確な倍率補正することは非常に困難である。

【0010】上記(d)による方法は、露光中にマスクとウエハの相対的な倍率を測定し、マスクとウエハのそれぞれの温度を制御し、相対寸法誤差を補正する方法である。この前提として、マスクとウエハの温度が別々に設定可能であることがある。しかしながら、マスクとウエハは30μm以下の近接ギャップで接しており、マスクとウエハが対向した時点で両者の温度は同一温度になろうとし、実際はマスクとウエハ間で温度差を与えることは困難である。このため、マスクとウエハの温度が同一になっても寸法制御が可能な機構および方法が求められる。さらに、露光時に温度が異なることにより、マスクとウエハの相対位置を検出するアライメント検出精度にも影響を与え、アライメント誤差の要因となるなどの問題がある。

【0011】以上述べたように従来の方法では、縮小投影露光では、倍率補正のためにレンズの焦点距離が異なり、これを補正するためのレンズ機構を設けるなど、投影光学系の構造が非常に複雑になるという問題があった。また、1対1の転写においては、マスクに力を加えるため、本来の原パタンの位置精度が崩れてしまうという問題があった。また、マスク保持機構の構造が複雑に

なるなどの問題があった、

【0012】本発明は、前述した従来の問題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、原画であるマスクパタンとウエハ上のパタンとで簡単な機構で経済的かつ高精度に倍率補正することにより、重ね合せ精度を向上させるようにした倍率補正装置および倍率補正方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係る倍率補正装置は、基板を保持し固定するためのチャック機構と、このチャック機構および前記基板の温度を制御して両者あるいは片方を膨張収縮させる温度制御機構とを備え、前記チャック機構を前記基板と線膨張係数が異なる材料で形成したことを特徴とする。また、本発明に係る倍率補正装置は、チャック機構の材料に、基板の線膨張係数より線膨張係数が大きい材料を使用したことを特徴とする。また、本発明に係る倍率補正装置は、チャック機構の材料に、基板の線膨張係数より線膨張係数が小さな材料を使用したことを特徴とする。また、本発明に係る倍率補正装置は、チャック機構が、真空圧を用いた真空チャック機構であることを特徴とする。また、本発明に係る倍率補正装置は、チャック機構が、静電力を用いた静電チャック機構であることを特徴とする。また、本発明に係る倍率補正装置は、温度制御機構が、加熱素子と冷却素子を埋め込んだ温度制御機構であることを特徴とする。また、本発明は、温度制御機構が、加熱ランプと冷却ファンを用いた温度制御機構であることを特徴とする。また、本発明は、温度制御機構が、加熱素子および冷却素子を用いた温度制御機構であることを特徴とする。

【0014】また、本発明に係る倍率補正方法は、上記倍率補正装置を用いた倍率補正方法において、基板とチャック機構を加熱または冷却して温度制御した後、チャック機構で基板を保持し、その後基板とチャック機構の温度を所定の温度にして熱応力を発生させることにより基板の寸法を制御することを特徴とする。また、本発明に係る倍率補正方法は、上記倍率補正装置を用いた倍率補正方法において、基板を加熱または冷却して温度制御した後チャック機構に搭載し、基板から伝達した熱によりチャック機構の寸法が拡大または縮小した時点で基板をそのチャック機構で保持し、その後基板とチャック機構の温度を所定の温度にして熱応力を発生させることにより基板の寸法を制御することを特徴とする。さらに、本発明にかかる倍率補正方法は、倍率補正を転写装置外で予め行った後、基板をチャック機構ごと転写装置に装填することを特徴とする。

【0015】基板としては、ウエハ、半導体基板、ガラス基板等が用いられる。本発明による倍率補正装置および倍率補正方法では、次のような原理で倍率を補正することができる。理解しやすいように、次のような仮定を

おく。ウエハとチャック機構は、チャック以前は温度変化とともに面方向に自由に伸縮する。しかし、保持（チャック）後はチャック機構とウエハは十分な力で固定され両者間で滑りはないと仮定する。すなわち、チャック後はウエハとチャック機構の寸法は温度とともに同様に变化する。この仮定の下に、ウエハとチャック機構の伸縮を考える。

【0016】まず、ボタンを拡大する場合を説明する。一例として、チャック機構の線膨張係数がウエハの線膨張係数より大きなチャック機構を用いる。ウエハとチャック機構の温度を露光温度よりも高く設定しておき、所定の温度となった時点でウエハをチャックする。ウエハをチャック後、ウエハとチャック機構の温度を露光温度に戻す。すると、ウエハとチャック機構には熱応力が生じ、ウエハは圧縮され、チャック機構は引張られる。このウエハが圧縮された状態で、原ボタンを露光し転写する。その後、チャック力を取り除き、熱応力が掛からない状態に戻すと、圧縮していたウエハは元に戻り、転写されたボタンは原ボタンよりも寸法が拡大される。

【0017】これを、図1を用いてより明確に説明する。同図において、1はウエハ、2はチャック機構である。温度をもだけ上げるとウエハ1とチャック機構2は破線のように自由膨張する（図中（a））。この温度でウエハ1をチャックし（図中（b））、温度を元に戻す（図中（c））。チャック機構2の線膨張係数はウエハ1のそれよりも大きいので、チャック機構2はウエハ1よりも大きく縮み、ウエハ1はそれにつられて大きく縮む。温度が元に戻った時点では、ウエハ1は本来の自由状態以上に縮み、ウエハ1には熱応力が生じる。この状態で、マスク上の原ボタンをウエハ1に転写する。転写後、チャック機構2を外し、応力を解放すると縮んでいたウエハ1は元の大きさに戻り、転写されたボタンは拡大する。この寸法変化は、チャック機構2の材質が均一なら等方的に生じるため、チップの位置によらず同様に拡大縮小可能である。

【0018】これを、数式で説明する。ウエハ1とチャック機構2の線膨張係数をそれぞれ α_w 、 α_c 、弾性係数を E_w 、 E_c とする。また、熱応力を σ_w 、 σ_c とする。いま、チャック前に温度をも上げたとなると、中心からのRの点でのウエハ1およびチャック機構2の寸法は $\alpha_w \cdot R \cdot t$ 、 $\alpha_c \cdot R \cdot t$ となる。この自由変位がチャック機構2により拘束されたまま、元の温度に戻った時に、ウエハ1およびチャック機構2には熱応力が生じる。この熱応力は、 $\sigma_w \cdot R / E_w$ 、 $\sigma_c \cdot R / E_c$ で表せる。ウエハ1の変位は熱膨張による変位と熱応力による変位の両者の合計で表される。チャック機構2の変位も同様であり、また、ウエハ1の変位とチャック機構2の変位は等しい。この変位を λ とすると、
$$\lambda = \alpha_w \cdot R \cdot t + \sigma_w \cdot R / E_w = \alpha_c \cdot R + \sigma_c \cdot R / E_c$$

さらに、両者に作用する力は等しいから、

$$\sigma_w \cdot S_w + \sigma_c \cdot S_c = 0$$

ここで、 S_w 、 S_c はウエハとチャック機構の等価断面積とする。 $S_w \cdot E_w / S_c \cdot E_c = k$ とおき、これを解くと、

$$\lambda = \alpha_w - (\alpha_w - \alpha_c) / (1 + k) = \alpha_c + (\alpha_w - \alpha_c) k / (1 + k)$$

$k \ll 1$ 、すなわち、ウエハ1の弾性変形よりチャック機構2の弾性変形が十分小さければ、

$$\lambda = \alpha_w + (\alpha_w - \alpha_c) (1 - k) = \alpha_c - (\alpha_w - \alpha_c) k (1 - k)$$

となる。すなわち、線膨張係数の差が大きければ大きいほど、また、弾性変形の差が大きければ大きいほど、温度変化による変位は大きく、倍率補正が容易になることが分かる。

【0019】縮小する場合には、温度を露光温度よりも下げてチャックし、原ボタンを転写すれば転写されたボタンは同様の原理で縮小する。

【0020】ここでは、チャック後、ウエハ1とチャック機構2は全く滑らないと仮定したが、実際には多少滑ったとしても、摩擦力がある限り、熱応力は生じ、これによってウエハ1は伸縮する。

【0021】また、チャック機構2の線膨張係数がウエハ1のそれよりも大きな場合を例にとりて説明したが、逆に、チャック機構2の線膨張係数がウエハ1のそれよりも小さな場合にも同様に温度変化を与えて熱応力を発生せしめ、拡大縮小を実現できる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施の形態に基づいて詳細に説明する。図2は本発明に係る倍率補正装置の断面図である。同図において、1はウエハ、2はチャック機構、3はウエハ1を保持固定するための真空吸着機構、4はウエハ温度を上昇下降させ温度制御するための温度制御部（温度制御機構）、5は加熱素子、6は冷却素子、7はウエハ1を温度制御部4からチャック機構2に移すための移送装置、8は原ボタンを書いたマスク、9はボタンを転写するための照明光学系、10はウエハ1を露光位置まで移動するためのステージである。この例では、チャック機構2は、アルミニウムなどのウエハ1よりも線膨張係数が大きな材料で構成してある。

【0023】このような倍率補正装置でボタンを拡大させるには、ウエハ1を温度制御部4で上昇させておく。このウエハ1を移送装置7で取り出してチャック機構2上に載せる。ウエハ1をチャック機構2上に載せると、チャック機構2はウエハ1から熱をもらい、その温度は上昇し膨張する。チャック機構2が膨張した後、真空吸着機構3を動作させ、ウエハ1をチャック機構2で保持固定する。その後、ウエハ1およびチャック機構2の温度は下がる。この温度の下降に伴い、ウエハ1には圧縮

の熱応力が、チャック機構2には引張りの熱応力が生じるため、ウエハ1は収縮し、チャック機構2は拡大する。温度が露光温度まで下降した時点で原パターンを転写する。転写後、真空吸着を切ってチャック機構2によるウエハ1の保持固定を解除すると、収縮していたウエハ1は元の寸法に戻り、転写されたパターンは原パターンよりも拡大される。

【0024】ウエハ1にはシリコンの結晶を使う場合が多いが、周期律表第3または第5族の半導体基板や液晶用のガラス基板であっても同様に考えられる。

【0025】チャック機構2にはアルミニウムのような線膨張係数がウエハ1よりも大きな材料を用いるのが好ましい。近年では、線膨張係数が大きなセラミックス材料も入手可能となっており、そうした複合材料も利用可能である。さらに、チャック機構2でのウエハ1の保持固定には真空チャックを用いたが、静電力を用いた静電チャックも使用可能である。

【0026】温度制御部4は、ウエハ1全体の温度を上昇、下降させるため、プレートのような接触型のものでもよく、また、炉のような雰囲気温度制御型のものでもよい。この例では、チャック機構2に温度制御部4を搭載せずに寸法制御を行う例を示したが、チャック機構2に温度制御部4を設け、チャック機構2自体の温度を制御した後ウエハ1を搭載し、チャックしてウエハ1を固定し、露光温度まで温度変化を与えることによって寸法を変化させることが可能である。

【0027】さらに本方法により変形させたウエハ1の寸法を詳細に見ると、単にウエハ1あるいはチャック機構2の全面の温度を均一に変化させてチャックし、熱応力を発生させて変形させる場合には、チップ形状は対角方向に変位が小さく各辺の中点付近では変位が大きな寸法変化となる。この問題を解決する方法として、チップの対角方向と各辺の中点方向とで温度勾配を設け、対角方向に変位が大きくなるような温度制御部4とするとよ

い。具体的には、図3に示すようにチップに対して、対角方向に加熱素子5、辺と直角方向に冷却素子6を配置し、温度制御する構成にすれば正確な拡大縮小が可能である。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明による倍率補正装置および倍率補正方法によれば、露光ウエハに形成された下地パターンの領域の大きさにより、倍率誤差が容易に補正でき、重ね合せ精度を向上させることができる。さらに、露光時点の温度は、寸法を補正することにより乱されることなく常に一定に保つことができるので、温度が異なることによりアライメント誤差を生じることがない。また、ウエハとチャック機構の温度を大きく上げる必要もなく、露光温度にするために要する時間も短くなり、処理の高速化に非常に有利である。さらに、チャック機構とウエハの温度制御は露光装置以外の場所で予め制御し、チャックしておくことによりオフラインで寸法を制御することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理を説明するための図である。

【図2】 本発明に係る倍率補正装置の一実施の形態を示す断面図である。

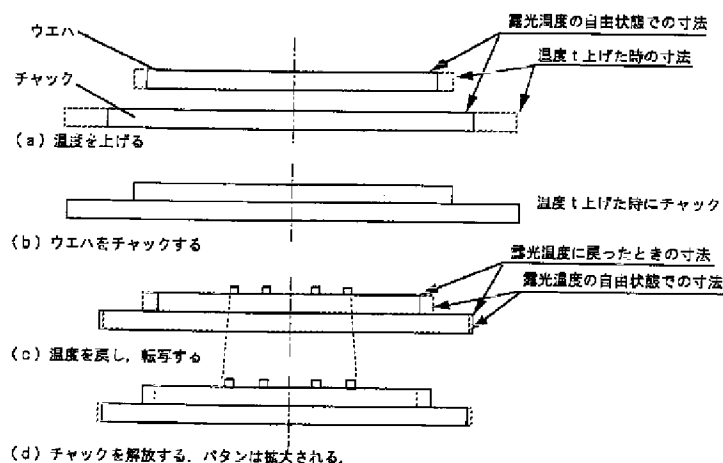
【図3】 温度勾配を持たせるための温度制御機構を示す平面図である。

【図4】 従来の拡大縮小方法を説明するための図で、(a)はウエハとチャック機構の正面図、(b)は断面図である。

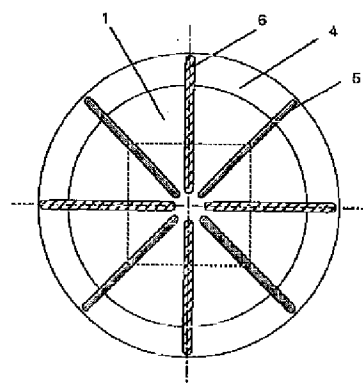
【符号の説明】

1…ウエハ、2…チャック機構、3…真空吸着機構、4…温度制御部、5…加熱素子、6…冷却素子、7…移送装置、8…マスク、9…照明光学系、10…ステージ、11…マスク、12…マスクフレーム、13、14、15、16…マスクをマスク面外から押し付けるための力。

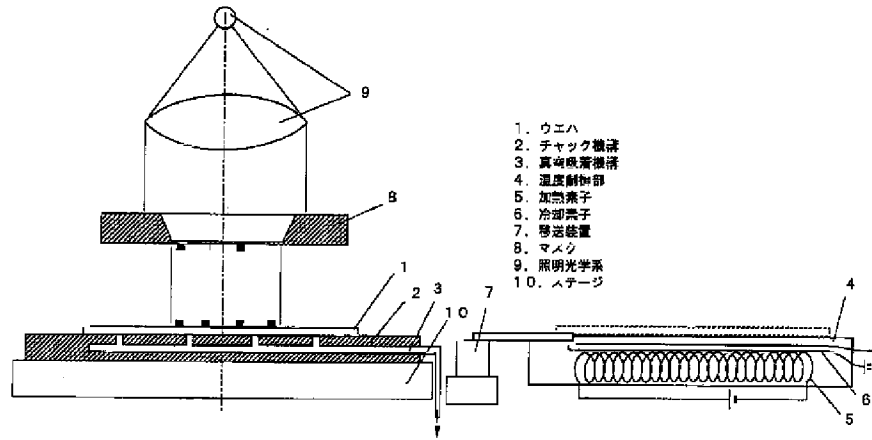
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

